

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-294194

(43) 公開日 平成11年(1999)10月26日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I		
F 0 2 D 9/02	3 4 1	F 0 2 D 9/02	3 4 1 C	
11/10		11/10	Q	
41/20	3 6 0	41/20	3 6 0	
41/22	3 6 0	41/22	3 6 0	
H 0 2 P 8/38		H 0 2 P 8/00	R	
		審査請求 有	請求項の数10	O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-106650

(22) 出願日 平成10年(1998)4月16日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 伊藤 嘉康

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

車 株式会社内

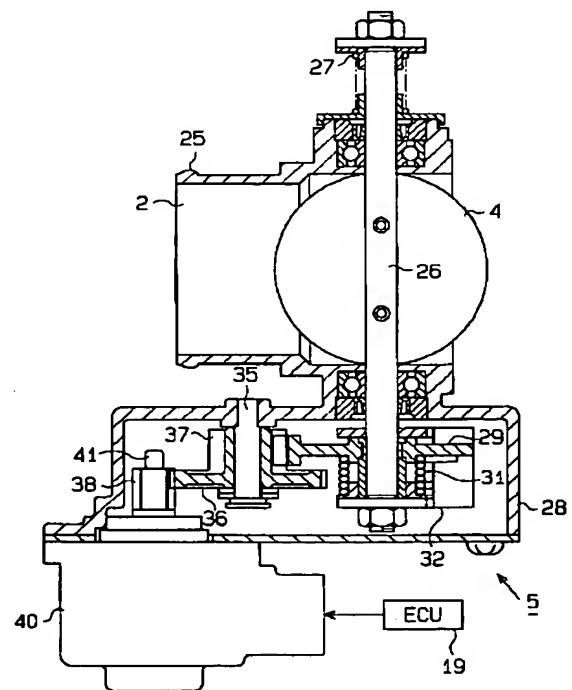
(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 ステップモータ式弁装置の制御方法及び制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ステップモータ式弁装置の制御に際し、ステップモータの駆動電圧低下にともなう脱調等の発生を好適に抑制する。

【解決手段】 吸気通路2内に設けられた吸気絞り弁4は、ステップモータ40の所定ステップ位置を基準としたステップ数制御によって駆動される。ステップモータ40に供給されるバッテリー22の電圧が所定電圧以下に低下すると、電子制御装置19は吸気絞り弁4の開度目標値を例えば同吸気絞り弁4の全開位置に対応した値に設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】弁に駆動連結されたステップモータの所定のステップ位置を基準としたステップ数制御に基づき前記弁を開閉せしめるステップモータ式弁装置の制御方法であって、
前記ステップモータの駆動電圧を監視して、該駆動電圧が所定電圧以下となるとき前記弁の開度目標値を固定値とすることを特徴とするステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 2】前記弁はディーゼル機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁であり、前記ステップモータの駆動電圧が所定電圧以下となることに基づき固定値とする同吸気絞り弁の開度目標値は機関状態に応じた退避位置相当値である請求項 1 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 3】前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とする請求項 2 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 4】当該機関のシステム異常またはイグニッションスイッチがオフの場合、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とする請求項 2 または 3 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 5】前記ステップ数制御に基づく前記吸気絞り弁の開閉に際し、前記ステップモータの所定のステップ位置と前記吸気絞り弁の開度との関係を同吸気絞り弁の全開位置にて確認処理するものであって、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置近傍で且つ該確認処理が実行されない位置相当値とする請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載のステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 6】弁装置に駆動連結されたステップモータの所定のステップ位置を基準としたステップ数制御に基づき前記弁を開閉せしめるステップモータ式弁装置の制御装置であって、
前記ステップモータの駆動電圧を監視する監視手段と、この監視する駆動電圧が所定電圧以下となるとき、前記弁の開度目標値を固定値に設定する開度目標設定手段と、
を備えることを特徴とするステップモータ式弁装置の制御装置。

【請求項 7】前記弁はディーゼル機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁であり、
前記開度目標設定手段は、前記固定に設定する同吸気絞り弁の開度目標値を機関状態に応じた退避位置相当値とする請求項 6 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置。

【請求項 8】前記開度目標値設定手段は、前記機関運転状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目

標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とするものである請求項 7 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置。

【請求項 9】前記開度目標値設定手段は、当該機関のシステム異常またはイグニッションスイッチがオフの場合、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とするものである請求項 7 または 8 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置。

【請求項 10】請求項 7 ～ 9 のいずれかに記載のステップモータ式弁装置の制御装置において、
前記ステップ数制御に基づく前記吸気絞り弁の開閉に際し、前記ステップモータの所定のステップ位置と前記吸気絞り弁の開度との関係を同吸気絞り弁の全開位置にて確認処理する手段を更に備え、
前記開度目標値設定手段は、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置近傍で且つ前記確認処理が実行されない位置相当値とすることを特徴とするステップモータ式弁装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステップモータによって開閉駆動されるステップモータ式弁装置、特にディーゼル機関の吸気絞り弁に採用して好適な弁装置の制御方法及び制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ディーゼル機関の出力調整は主に燃料噴射量制御によって行われるため、従来、吸入空気量制御には、あまり高い精度は要求されなかった。しかしながら、近年高まりつつあるエミッション向上の要求を満たすためには、大量の排気ガス還流（以下「EGR」という）装置を通じて大量の EGR 量を確保することが必要となってきたり、また、こうして大量の EGR 量を確保するためには、ディーゼル機関への吸入空気量そのものを細密に制御する必要が生じるようになってきている。そして、こうした細密な吸入空気量制御を可能とするために、アクセルペダルとは連動せずに独立して、しかも高精度の開度制御が可能なステップモータ式吸気絞り弁装置の開発が進められている。

【0003】こうした弁装置では、吸気絞り弁の軸に駆動連結されたステップモータを備え、該ステップモータの所定のステップ位置を基準として、その位置から同モータを回転させたステップ数に基づき上記吸気絞り弁を開閉駆動することでその開度制御が行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところでこうした装置にあっては、ステップモータに印加される駆動電圧（バッテリー電圧）が低下した場合には同モータの出力も低下してしまうため、吸気絞り弁を開閉駆動する際の駆動ト

ルックが不足して、いわゆるステップモータの脱調が発生することがある。こうしてステップモータの脱調が発生すると、そのステップ数と吸気絞り弁の開度との対応がとれなくなるため、同吸気絞り弁の正確な開度制御を行うことができなくなる。特に、ディーゼル機関の吸気絞り弁の場合、ステップモータの脱調によってその開度制御が不能となると、必要量の吸入空気を供給できなくなり、排気ガス中のスモークが増大するなどの不具合が生じるおそれもある。

【0005】なお従来、例えば特開昭 6 1 - 2 2 6 5 4 0 号公報記載の装置のように、上記駆動電圧が所定値以下となったときに、モータの駆動速度を遅くして駆動トルクを確保し、駆動電圧が低下した場合でも弁の開度制御を維持する装置も知られてはいるが、これによって脱調の発生が必ずしも抑制されるわけではない。すなわち、上記弁の開度目標値自体は機関運転状態に応じて変化するため、たとえモータの駆動速度を遅くしてその駆動トルクを確保したところで脱調に陥る可能性は常についてまわる。なお、上記吸気絞り弁に限らず、運転条件等に応じて開度目標値の変化するステップモータ式弁装置にあっては、こうした実情も概ね共通したものとなっている。

【0006】本発明は上記実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、ステップモータの電力低下にともなう脱調等の発生を好適に抑制することのできるステップモータ式弁装置の制御方法及び制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明は、弁に駆動連結されたステップモータの所定のステップ位置を基準としたステップ数制御に基づき前記弁を開閉せしめるステップモータ式弁装置の制御方法であって、前記ステップモータの駆動電圧を監視して、該駆動電圧が所定電圧以下となるとき前記弁の開度目標値を固定値とすることをその要旨とする。

【0008】また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法において、前記弁はディーゼル機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁であり、前記ステップモータの駆動電圧が所定電圧以下となることに基づき固定値とする同吸気絞り弁の開度目標値は機関状態に応じた退避位置相当値であることをその要旨とする。

【0009】また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法において、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とすることをその要旨とする。

【0010】また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 または 3 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法に

において、当該機関のシステム異常またはイグニッションスイッチがオフの場合、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とすることをその要旨とする。

【0011】また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載のステップモータ式弁装置の制御方法において、前記ステップ数制御に基づく前記吸気絞り弁の開閉に際し、前記ステップモータの所定のステップ位置と前記吸気絞り弁の開度との関係を同吸気絞り弁の全開位置にて確認処理するものであって、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置近傍で且つ該確認処理が実行されない位置相当値とすることをその要旨とする。

【0012】また、請求項 6 に記載の発明は、弁装置に駆動連結されたステップモータの所定のステップ位置を基準としたステップ数制御に基づき前記弁を開閉せしめるステップモータ式弁装置の制御方法であって、前記ステップモータの駆動電圧を監視する監視手段と、この監視する駆動電圧が所定電圧以下となるとき、前記弁の開度目標値を固定値に設定する開度目標設定手段と、を備えることをその要旨とする。

【0013】また、請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置において、前記弁はディーゼル機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁であり、前記開度目標設定手段は、前記固定に設定する同吸気絞り弁の開度目標値を機関状態に応じた退避位置相当値とすることをその要旨とする。

【0014】また、請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置において、前記開度目標値設定手段は、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とするものであることをその要旨とする。

【0015】また、請求項 9 に記載の発明は、請求項 7 または 8 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置において、前記開度目標値設定手段は、当該機関のシステム異常またはイグニッションスイッチがオフの場合、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とするものであることをその要旨とする。

【0016】また、請求項 10 に記載の発明は、請求項 7 ～ 9 のいずれかに記載のステップモータ式弁装置の制御装置において、前記ステップ数制御に基づく前記吸気絞り弁の開閉に際し、前記ステップモータの所定のステップ位置と前記吸気絞り弁の開度との関係を同吸気絞り弁の全開位置にて確認処理する手段を更に備え、前記開度目標値設定手段は、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置近傍で且つ前記確認処理が実行されない位置相当

値とすることをその要旨とする。

【0017】上記請求項1に記載の方法及び請求項6に記載の構成によれば、ステップモータの駆動電圧が低下すると弁の開度目標値を固定値とすることで、同弁の開閉駆動を制限し、最終的には所定の開度に保持するように該ステップモータの駆動制御が行われるようになる。こうして駆動電圧低下時にステップモータの駆動を制限し、最終的にはその駆動を禁止することで、同モータの脱調等の発生を好適に抑制することができるようになる。

【0018】更に、請求項2に記載の方法及び請求項7に記載の構成によれば、ステップモータの駆動電圧（車載のディーゼル機関にあってはバッテリー電圧）低下時にステップモータの開度目標値を退避位置相当値とすることで、吸気絞り弁の開閉駆動量、すなわちステップモータの駆動量をできる限り削減することで、同モータの脱調等の発生を好適に抑制することができるようになる。ここで、退避位置とは「通常の目標値とは異なる値」に対応した吸気絞り弁の開度位置である。また、同退避位置とは、ステップモータの駆動制御が困難となり、吸気絞り弁の開度制御を十分に行えない状況下において、少なくともディーゼル機関の運転の維持や不具合発生の抑制を可能とする吸気絞り弁の開度位置でもある。

【0019】更に、請求項3に記載の方法及び請求項8に記載の構成によれば、当該機関の運転を維持しなければならない状況下において、且つステップモータの駆動電圧が低下した時に、吸気絞り弁の開度目標値を全開位置若しくはその近傍に設定することで、ディーゼル機関の燃焼室には必要量以上の吸入空気量を確保し続けることができるようになる。すなわち、ディーゼル機関の運転に支障をきたすことなく、ステップモータの脱調等の発生を抑制することができるようになる。

【0020】更に、請求項4に記載の方法及び請求項9に記載の構成によれば、ディーゼル機関の燃料噴射系等のシステム異常が発生したとき、またはイグニッションスイッチがオフのときには、吸気絞り弁の開度目標値を全開位置あるいはその近傍に設定することで、ディーゼル機関の燃焼室に供給される吸入空気を遮断あるいは大幅に削減することができるようになる。すなわち、当該機関を速やかに停止させながら、ステップモータの脱調等の発生を抑制することができるようになる。

【0021】更に、請求項5に記載の方法及び請求項10に記載の構成によれば、ステップモータの駆動電圧低下時あるいは当該機関のシステム異常時には確認処理が実行されないようにすることで、確認処理にともなうステップモータの駆動を禁止して同モータの脱調等の発生を抑制するとともに、確認時の誤判定を防止することができるようになる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかるステップモータ式弁装置の制御方法及び制御装置をディーゼル機関の吸気絞り弁の制御装置に適用した一実施の形態について、詳細に説明する。

【0023】まず、本実施の形態にかかる弁装置が設けられたディーゼル機関の概要について、図1に基づき説明する。ディーゼル機関1の燃焼室12には、図示しない吸気バルブを介して吸気通路2が接続されている。この吸気通路2には、上流側より、吸入空気を濾過するエアクリーナ3、吸入空気の圧力（大気圧）を検出するための圧力センサ6、同吸入空気の温度を検出するための吸気温度センサ78、燃焼室12内に導入される吸入空気量を調整するための吸気絞り弁4が設けられている。

【0024】吸気絞り弁4は、ステップモータ40及び、このステップモータ40と吸気絞り弁4とを駆動連結するギア群を中心として構成される駆動機構5によって開閉駆動される。なお、ステップモータ40は、ディーゼル機関1の各種制御を行うための電子制御装置（以下「ECU」という）19によって駆動制御される。また、上記駆動機構5には、吸気絞り弁4が全開位置近傍の所定位置よりも開き側に位置することでオン状態となる全開スイッチ39が設けられている。

【0025】一方、吸気通路2にあって吸気絞り弁4の更に下流側には、上記燃焼室12に図示しない排気バルブを介して接続される排気通路7から分岐して同吸気通路2に合流するEGR（排気ガス還流）通路8が接続されている。このEGR通路8には、上記ECU19によって制御されるダイヤフラム等のアクチュエータ10によって開閉駆動されるEGR制御弁9が設けられている。前記吸気絞り弁4によって吸入空気量を、またこのEGR制御弁9によってEGR量をそれぞれ調整することで燃焼室12内に導入される吸入空気量に対するEGR量の割合、すなわちEGR率を自在に設定することが可能となる。すなわち、ディーゼル機関1の全運転領域にわたって適切なEGR制御を行うことができるようになる。

【0026】ところで、ディーゼル機関1の副燃焼室13には、燃料を噴射するための噴射ノズル11が設けられている。この燃料噴射ノズル11は、燃料噴射ポンプ14に接続されている。この燃料噴射ポンプ14は、ディーゼル機関1の出力軸23の回転に基づき駆動されて前記噴射ノズル11に対し燃料を加圧供給する。また、この燃料噴射ポンプ14は、噴射ノズル11から噴射される燃料の噴射時期や噴射量を調整するタイマコントロールバルブ15及びスピル弁16を備えている。これらタイマコントロールバルブ15及びスピル弁16も前記ECU19によってその作動が制御される。

【0027】なお、燃料噴射ポンプ14内には、ディーゼル機関1の出力軸の回転に同期して回転するロータ（図示しない）が設けられるとともに、このロータの外

周面に形成された凸部を検出してその回転速度に対応したパルス信号を出力する電磁ピックアップからなる回転数センサ 1 7 が設けられている。この回転数センサ 1 7 の出力は、ディーゼル機関 1 の回転数の算出に寄与する信号として前記 ECU 1 9 に取り込まれる。

【0028】その他、ECU 1 9 には、上記圧力センサ 6 によって検出される大気圧情報や吸気温度センサ 7 8 によって検出される吸気温度情報をはじめ、アクセル開度センサ 1 8 によって検出されるアクセル開度情報（アクセルペダルの踏み込み量情報）や I G（イグニション）スイッチ 2 0 のオン・オフ情報、スタータスイッチ 2 1 のオン・オフ情報、水温センサ 7 7 によって検出される冷却水温度情報、ECU 1 9 やステップモータ 4 0 を含む各種電気機器に対して電力を供給するバッテリー 2 2 の出力電圧情報等も併せて取り込まれるようになっている。

【0029】次に、前記吸気絞り弁 4 を開閉させる駆動機構 5 の詳細について、図 2 ～図 4 に基づき説明する。なお、図 2 は吸気絞り弁 4 及びその駆動機構 5 の側面断面構造を、図 3 は同駆動機構 5 の正面構造を、図 4 は同駆動機構 5 内に設けられた被動ギア 2 9 及びその周辺部の部分断面構造を示している。

【0030】図 2 に示されるように、吸気通路 2 の開口面積を可変とし、同通路 2 内を流れる吸入空気量を調整するための吸気絞り弁 4 は、弁軸 2 6 に一体回転可能に固定されている。この弁軸 2 6 は、前記吸気通路 2 に連結されたスロットルボディ 2 5 に回転可能に支持されている。この弁軸 2 6 の一端（図 2 の上方端）は、リターン springs プリング 2 7 を介して上記スロットルボディ 2 5 に連結されている。そして、弁軸 2 6 並びに吸気絞り弁 4 は、このリターン springs プリング 2 7 の付勢力によって、吸気絞り弁 4 を開弁させる方向に付勢されている。

【0031】一方、弁軸 2 6 のもう一端（図 2 の下方端）には、スロットルボディ 2 5 に装着されたギアボックス 2 8 内に設けられた被動ギア 2 9 が一体回転可能に取り付けられている。この被動ギア 2 9 は、上記ギアボックス 2 8 内に設けられた支軸 3 5 に回転可能に支持された第 2 中間ギア 3 7 と噛合している。また、上記支軸 3 5 には、この第 2 中間ギア 3 7 と一体回転する第 1 中間ギア 3 6 が取り付けられている。この第 1 中間ギア 3 6 は、前記ギアボックス 2 8 に装着されたステップモータ 4 0 の出力軸 4 1 に一体回転可能に取り付けられた駆動ギア 3 8 と噛合している。すなわち、ステップモータ 4 0 によって駆動される出力軸 4 1 の回転は、前記駆動ギア 3 8、第 1 中間ギア 3 6、第 2 中間ギア 3 7 及び被動ギア 2 9 を介して弁軸 2 6 に伝達される。そして、同弁軸 2 6 の回転によって前記吸気絞り弁 4 が開閉駆動される。

【0032】なお、前記弁軸 2 6 には、図 3 に示すように、2 本のアーム部 3 2 a 及び 3 2 b を備えるレバー 3

2 が回転可能に装着されている。このレバー 3 2 は、リリーフスプリング 3 1 を介して前記被動ギア 2 9 に連結されている。レバー 3 2 は、このリリーフスプリング 3 1 の付勢力によって、被動ギア 2 9 に対して図 3 の反時計回り方向に付勢されている。また、レバー 3 2 に設けられたアーム部的一方 3 2 b は、L 字状に曲折し、被動ギア 2 9 側に延伸されている。このアーム部 3 2 b の先端部は、図 4 に示すように、被動ギア 2 9 に形成された溝部 3 0 内に係合されている。そして、レバー 3 2 は被動ギア 2 9 に対して、溝部 3 0 とアーム部 3 2 b の先端部との間隙分だけ相対回転可能となっている。ただし通常、アーム部 3 2 b の先端部は、リリーフスプリング 3 1 の付勢力によって、この溝部 3 0 の弁軸 2 6 を中心とした反時計回り方向側の側壁と当接している。そしてこの状態で、被動ギア 2 9 とレバー 3 2 とは一体となって回転される。

【0033】また、レバー 3 2 に設けられたもう一方のアーム部 3 2 a の先端部には、ギアボックス 2 8 内に設けられた全開スイッチ 3 9 と当接可能な押圧部 3 3 が設けられている。この押圧部 3 3 は、吸気絞り弁 4 の全開位置において全開スイッチ 3 9 と当接し、全開スイッチ 3 9 をオンとすることが可能である。なお、本実施の形態において、吸気絞り弁 4 は、上記全開位置よりも更に開き側方向に回転可能となっている。ここでいう全開位置とは、吸気通路 2 の開口面積が最大となるときの吸気絞り弁 4 の位置のことである。そして、吸気絞り弁 4 を全開位置より更に開き側方向に駆動していくと、やがて図示しないストッパによりそれ以上の開駆動が制限されるようになる。以下では、このときの吸気絞り弁 4 の位置を最大開度位置ということとする。

【0034】さらに、ギアボックス 2 8 と反対側のシャフト部には、図示しない全開ストッパが設けられている。この全開ストッパは、吸気絞り弁 4 が全開位置となる位置でストッパと当接し、レバー 3 2 の吸気絞り弁 4 の閉方向側への回転を規制する。なお、ここでいう全開位置とは吸気通路 2 の開口面積が最小、すなわち 0 となるときの吸気絞り弁 4 の位置をいうこととする。ただし、このとき被動ギア 2 9 は、全開位置より更に閉方向側へと回転可能である。前記ストッパが当接してレバー 3 2 の回転が規制された位置から更に被動ギア 2 9 が閉方向側に回転した場合、前記リリーフスプリング 3 1 の付勢力によって、被動ギア 2 9 は開方向側に付勢されるようになる。

【0035】次に、前記ディーゼル機関 1 の制御システムを示す電気回路構成について、図 5 に示すブロック図に基づき説明する。ECU 1 9 は、ディーゼル機関 1 の燃料噴射量制御、燃料噴射時期制御、EGR 制御、吸入空気量制御等のための各種制御プログラムや、各種条件に対応した値を算出するためのマップ等を記憶した読み出し専用メモリ（ROM）6 1 を備えている。また、ECU

19は、このROM61内に記憶されたプログラムに基づき演算処理を実行する中央演算装置(CPU)60と、このCPU60での演算結果や各センサ等から入力されたデータを一時的に記憶するためのランダムアクセスメモリ(RAM)62と、必要なデータをECU19への電源供給遮断時にも保持するためのバックアップRAM63等を備えている。これらCPU60、ROM61、RAM62及びバックアップRAM63は、バス64を介して互いに接続されるとともに、外部入力回路66及び外部出力回路67とも接続されている。

【0036】一方、ECU19において、前記圧力センサ6及びアクセル開度センサ18、水温センサ77、吸気温度センサ78からの入力信号は、バッファ69内に一時的に格納される。各バッファ69内に格納された入力信号は、マルチプレクサ68によってCPU60の指令に基づき順次選択され、A/D変換器65によってデジタル信号に変換された後、上記外部入力回路66へと送られる。また、回転数センサ17からのパルス状の入力信号は、波形整形回路71によって2値化された後、外部入力回路66へと送られる。更に、IGスイッチ20、スタータスイッチ21及び全開スイッチ39の状態も、それらスイッチのオン・オフ情報として送られる。なお、IGスイッチ20は、機関の始動・停止を制御するためのスイッチであり、機関始動時にオンとなり、停止時にオフとなる。また、スタータスイッチ21は、機関を始動させるスタータモータを駆動するためのスイッチであり、同スタータモータの回転時にはオンとなり、停止時にはオフとなる。

【0037】さらに、バッテリー22から供給される電圧の一部も、A/D変換器65を介して外部入力回路66に取り込まれる。こうしてECU19は、ステップモータ40等に供給されるバッテリー22の電圧VBを把握している。

【0038】一方、ECU19の外部出力回路67には、前記ステップモータ40の駆動回路72、前記EGR制御弁9を開閉駆動するアクチュエータ10の駆動回路73、前記燃料噴射ポンプ14のタイマコントロールバルブ15の駆動回路74、そして同燃料噴射ポンプ14のスピル弁16の駆動回路75が接続されている。これら各駆動回路72~75には、CPU60の演算結果に基づき指令信号が送られる。そして、各駆動回路72~75は、この指令信号に基づき、上記ステップモータ40、アクチュエータ10、タイマコントロールバルブ15及びスピル弁16をそれぞれ駆動する。

【0039】次に、前記ステップモータ40の構成及びその制御態様について、図6~図10に基づき説明する。図6にステップモータ40の平面断面構造を、図7に同モータ40の側部断面構造を示す。これらの図に示されるように、ステップモータ40は大きくは、前記出力軸41と一体回転可能な回転子42と、回転子42を

囲繞するように設けられた2つの固定子カップ、すなわちA相固定子カップ44とB相固定子カップ45とから構成されている。回転子42には、その外周に永久磁石43が一体回転可能に設けられている。この永久磁石43には、図8(a)及び(b)に同ステップモータ40の模式断面図を示すように、所定角間隔を以て磁極のN極とS極とが交互に形成されている。

【0040】一方、図6及び図7に示すように、A相固定子カップ44及びB相固定子カップ45はリング形状を呈しており、その中空部には前記回転子42が回転可能に収容されている。これら固定子カップ44及び45内には、それぞれ2組のコイル、すなわちAp相コイル46及びAn相コイル47、またはBp相コイル48及びBn相コイル49が設けられている。これら各コイル46~49は、同一方向に巻き線されている。

【0041】また、これら固定子カップ44及び45にあって、回転子42が収容された中空部の内周には、図8(a)及び(b)に示すように、回転子42の永久磁石43の磁極と同じ所定角間隔を以て、上歯50及び下歯51(A相固定子カップ44)、あるいは上歯52及び下歯53(B相固定子カップ45)が交互に形成されている。これらの上歯50、52及び下歯51、53は、前記コイル46~49に電圧が印加されることで励磁される。なお、A相固定子カップ44に設けられた各歯50、51とB相固定子カップ45に設けられた各歯52、53とは、上記所定角の半分、すなわち半歯分だけずらされた位置に設けられている。

【0042】次に、上記ステップモータ40及びその駆動回路72の電気回路構成を、図9に基づき説明する。なお、図9(a)及び(b)では、ステップモータ40の回転子42の外周部と各固定子カップ44及び45の内周部との関係を平面的に展開するかたちで模式的に示している。また、同図9では、駆動回路72の機能をわかりやすく説明するため、その電気回路構成についてもこれを簡略化して模式的に示している。

【0043】A相固定子カップ44内に設けられたAp相コイル46及びAn相コイル47は、直流電源58によって電圧が印加される。駆動回路72には、各コイル47、48への電圧の印加を許容あるいは遮断するためのAp相コイルスイッチ54とAn相コイルスイッチ55とが設けられている。これら各コイルスイッチ54及び55をオンとすることで、各コイル47、48に電圧が印加され、各上歯50及び下歯51が励磁される。これら各コイル47、48は先述したように同一方向に巻き線されているが、同図9(a)及び(b)に示すように、コイル47、48に通電される電流の方向は逆方向となるよう構成されている。したがって、Ap相コイル46に電圧が印加されたときと、An相コイル47に電圧が印加されたときとは、各上歯50及び下歯51は異なった極に励磁されるようになる。すなわち、Ap相

コイル 46 に電圧を印加したときには、上歯 50 は N 極に励磁され、下歯 51 は S 極に励磁される。一方、A n 相コイル 47 に電圧を印加したときには、上歯 50 が S 極に励磁され、下歯 51 が N 極に励磁される。

【0044】また、B 相固定子カップ 45 部においても同様の電気回路構成が採用されており、B p 相コイルスイッチ 56 及び B n 相コイルスイッチ 57 のオン・オフ切り替えによって各コイル 48、49 に選択的に電圧が印加される。そして、B p 相コイル 48 に電圧を印加することで上歯 52 は N 極に、下歯 53 は S 極に励磁され、B n 相コイル 49 に電圧を印加することで上歯 52 は S 極に、下歯 53 は N 極に励磁される。

【0045】次に、上記駆動回路 72 により駆動されるステップモータ 40 の動作原理について、同図 9 及び図 10 に基づき説明する。駆動回路 72 は、前記 CPU 60 の指令信号に基づき動作し、A 相固定子カップ 44 の各コイル 46、47 の一方と B 相固定子カップ 45 の各コイル 48、49 の一方とに対して同時に、あるいは各固定子カップ 44、45 のコイル 46～49 のいずれか一つに対して電圧を選択的に印加する。図 10 に、ステップモータ 40 の各コイル 46～49 に対する通電態様を示す。

【0046】駆動回路 72 は、同図 10 に示されるような 8 つの励磁相モード 0～7 を選択的に切り替えてステップモータ 40 を回動させる。なお、同図 10 から明らかなように、奇数番号の励磁相モードの場合には、各固定子カップ 44、45 のコイル 46、47 及び 48、49 に対して各々一つずつ同時に電圧が印加され、偶数番号の場合には、コイル 46～49 のいずれか 1 つだけに対して電圧が印加される。

【0047】図 9 (a) は、図 10 に示す励磁相モード 1 (e l s t e p の下位 3 ビットの値 = 1) の場合の駆動回路 72 及びステップモータ 40 の態様を示す。このとき、駆動回路 72 は、A p 相コイルスイッチ 54 及び B p 相コイルスイッチ 56 を閉じ、A p 相コイル 46 と B p 相コイル 48 とに対して電圧を印加させる。これらコイル 46、48 に電圧を印加することで、A 相固定子カップ 44 の上歯 50 は N 極に、下歯 51 は S 極に、また同様に B 相固定子カップ 45 の上歯 52 は N 極に、下歯 53 は S 極に励磁される。このとき、回転子 42 の永久磁石 43 の S 極は、N 極に励磁された A 相固定子カップ 44 の上歯 50 及び B 相固定子カップ 45 の上歯 52 とに吸引され、これら両上歯 50 及び 52 の中間の位置に引き寄せられる。また同様に、回転子 42 の永久磁石 43 の N 極は、S 極に励磁された A 相固定子カップ 44 の下歯 51 及び B 相固定子カップ 45 の下歯 53 とに吸引され、これら両下歯 51 及び 53 の中間の位置に引き寄せられる。こうして回転子 42 は、永久磁石 43 の S 極が上記両上歯 50、52 の中間の位置に、同じく永久磁石 43 の N 極が上記両下歯 51、53 の中間の位置に

位置するように回動される。

【0048】その後、励磁相モードをモード 1 からモード 3 に変更すると、図 10 に示すように、今度は A n 相コイル 47 と B p 相コイル 48 とに電圧が印加されるように駆動回路 72 のスイッチ設定が行われる。上記励磁相モード 3 (e l s t e p の下位 3 ビットの値 = 3) の場合の駆動回路 72 及びステップモータ 40 の態様を図 9 (b) に示す。このとき、A 相固定子カップ 44 の上歯 50 は S 極に、下歯 51 は N 極に、B 相固定子カップ 45 の上歯 52 は N 極に、下歯 53 は S 極に励磁されるようになる。こうして回転子 42 の永久磁石 43 の S 極は、N 極に励磁された A 相固定子カップ 44 の下歯 51 と B 相固定子カップ 45 の上歯 52 との中間の位置に吸引され、同じく永久磁石 43 の N 極は、S 極に励磁された A 相固定子カップ 44 の上歯 50 と B 相固定子カップ 45 の下歯 53 との中間の位置に吸引される。こうして回転子 42 は、同図 9 においては右方向に半歯分だけ回動され、出力軸 41 は時計回り方向に前記所定角の半分だけ回動される。なお、本実施の形態では、出力軸 41 (回転子 42) が同図 9 において右方向に回動することで吸気絞り弁 4 が閉弁され、左方向に回動することで同弁 4 が開弁される構成となっている。

【0049】以上のように、駆動回路 72 は励磁相モードを切り替えることでステップモータ 40 の出力軸 41 を回動させるものであり、具体的には励磁相モードを降順に切り替えることで吸気絞り弁 4 を開弁させ、励磁相モードを昇順に切り替えることで吸気絞り弁 4 を閉弁させる方向に同出力軸 41 を回動させる。

【0050】ところで本実施の形態の制御装置では、ステップモータ 40 を回動させるときに、2 つの励磁方式を使い分けている。すなわち上記励磁相モードを 1 つずつ、具体的には、励磁相モードをモード 0 → モード 1 → モード 2 …あるいはモード 2 → モード 1 → モード 0 …と切り替え、1 つのコイルのみが励磁されるモードと 2 つのコイルが同時に励磁されるモードとを交互に繰り返しながら回動させる方式 (以下「1-2 相励磁方式」という) と、常に励磁相モードが奇数番号となるように励磁相モードを 2 つずつ、具体的には、励磁相モードをモード 1 → モード 3 → モード 5 …あるいはモード 5 → モード 3 → モード 1 …と切り替え、2 つのコイルが同時に励磁されるモードのみを使用して回動させる方式 (以下「2 相励磁方式」という) との 2 つの励磁方式である。1-2 相励磁方式の場合、励磁相モードの切り替え 1 回当たりのステップモータ 40 の回転子 42 の回動角を細かく設定することが可能であり、細密な吸気絞り弁 4 の開度制御ができる。一方、2 相励磁方式の場合、励磁相モードの切り替え 1 回当たりの回転子 42 の回動角を大きくすることが可能となり、吸気絞り弁 4 の開閉速度を速くできる。このように 2 つの励磁方式を状況に応じて使い分けることで、吸気絞り弁 4 の開度制御における精度向

上と追従性向上との両立を図るようにしている。

【0051】なお、本実施の形態では、1-2相励磁方式時の励磁相モード切り替え1回あたりの回転角を1ステップと定義して吸気絞り弁4の開度制御を行っている。したがって、2相励磁方式時には、1回の励磁相モード切り替え毎に2ステップずつ回転されることとなる。

【0052】次に、本実施の形態のステップモータ40の具体的な駆動制御態様について、図11～図13に基づき詳細に説明する。なお、本実施の形態では、駆動したステップモータ40のステップ数から吸気絞り弁4の作動量を把握し、それに基づき吸気絞り弁4の開度制御を行っている。こうした制御を行う場合、ステップモータ40のステップ位置と吸気絞り弁4の実際の開度との対応を把握しておく必要がある。しかしながら、ステップモータ40の脱調や機関1の停止中に通電が遮断されること等によって、これらの対応を把握できなくなることがある。そこで、本実施の形態では、吸気絞り弁4の開度制御に先立ち、上記対応を確定するための初期化処理を実行している。

【0053】はじめに、こうした初期化処理について説明する。この初期化処理が開始されると、CPU60は、まず、前記全開スイッチ39のオン・オフ状態を確認する。そしてCPU60はステップモータ40を全開スイッチ39が切り替わる方向へと駆動し、同スイッチ39が切り替わった時点でのステップ位置を基準位置として設定する。この基準ステップ位置の設定は、全開スイッチ39のオン・オフ状態が切り替わったステップモータ40のステップ位置で、現在のステップe1sactの値を"0"、そのときの励磁相モードのモード値をオフセット値e1sofとして記憶することで行われる。この現在のステップe1sactは、吸気絞り弁4を駆動したステップ数だけ、開弁時には減算、閉弁時には加算される。このように現在のステップe1sactの値は吸気絞り弁4の開閉に伴い増減されるため、この値から同吸気絞り弁4の開度を把握することができる。また、吸気絞り弁4の開度制御には、こうして設定された現在のステップe1sact及び記憶したオフセット値e1sofとの和である励磁相対応ステップe1stepが用いられる。この励磁相対応ステップe1stepの下位3ビットの値(0～7)は、現在のステップe1sactにおけるステップモータ40の励磁相モード値(図10)に対応している。

【0054】次に、以上の初期化処理が完了した後に実行される吸気絞り弁4の開度制御時におけるステップモータ40の駆動制御について説明する。ステップモータ40の駆動制御に際し、CPU60は、まず現在のステップe1sactと目標ステップe1strgとの大小関係を確認し、ステップモータ40の駆動方向を決定する。現在のステップe1sactの方が大きな場合には

ステップモータ40を開弁側に駆動し、目標ステップe1strgの方が大きな場合には閉弁側に駆動するようにする。これら現在のステップe1sactと目標ステップe1strgとが一致する場合には、吸気絞り弁4は既に目標とする開度となっているため、ステップモータ40の励磁相をそのまま保持しておき、吸気絞り弁4の現在の開度を保持するようにする。

【0055】また、CPU60はステップモータ40の駆動方式も決定する。先述したように本実施の形態のステップモータ40は、1回の励磁相切り替え毎に1ステップずつ駆動する1-2相励磁方式と2ステップずつ駆動する2相励磁方式の2つの方式の駆動を行うことができる。本実施の形態では、通常は2相励磁方式でステップモータ40を駆動するようにし、ステップモータ40が現在1相励磁されている場合と目標ステップe1strgと現在のステップe1sactとの差が"1"ステップであるときに限って1-2相励磁方式で駆動するようにしている。

【0056】こうしてステップモータ40の駆動方向及び駆動方式を設定した後、CPU60は現在のステップe1sactを変更する。開弁方向に駆動する場合には、現在のステップe1sactから、駆動方式に応じて"1"又は"2"ずつを減算する。閉弁方向に駆動する場合には、現在のステップe1sactに、同様に"1"又は"2"ずつを加算する。

【0057】以上のようにして、現在のステップe1sactを目標ステップe1strgに近づけ、一致させるようステップモータ40を駆動制御し、吸気絞り弁4を目標とする開度とするように開度制御を行っている。

【0058】次に、ステップモータ40の駆動目標値である目標ステップe1strgの設定を行う目標開度算出ルーチンの処理について、図11に基づき説明する。なお、本ルーチンの処理は、所定時間毎の定時割り込み処理として実行される。

【0059】本ルーチンに移行すると、CPU60は、まず処理S100として、IG(イグニッション)スイッチ20がオフであるか否かを判定する。ここでイグニッションスイッチ20がオフ、すなわち機関1の停止要求が出されている場合、CPU60の処理は、処理S102に移行する。この処理S102においてCPU60は、目標ステップe1strgを吸気絞り弁4の全閉位置に対応する値とする。その後、CPU60は、本ルーチンの処理を一時終了する。

【0060】IGスイッチ20がオフとされた場合、速やかにディーゼル機関1を停止する必要がある。本実施の形態では、こうした場合、吸気絞り弁4を全閉とし、機関1に対する吸入空気の供給を遮断して機関1の速やかな停止を行うために、目標ステップe1strgを上記の値に設定して、吸気絞り弁4を全閉とするようにしている。

【0061】一方、IGスイッチ20がオンの場合、CPU60は処理S101において、前記燃料噴射ポンプ14や噴射ノズル11などの燃料噴射系に異常が発生しているか否かを判定する。燃料噴射系に異常が発生するとディーゼル機関1をもはや制御できなくなるため、速やかに機関1を停止する必要がある。したがって、燃料噴射系に異常が発生している場合にも、CPU60は処理S102の処理に移行し、目標ステップe1strgに吸気絞り弁4の全開位置に対応する値を設定して、機関1を速やかに停止するようにしている。そして、その後、CPU60は、本ルーチンの処理を一時終了する。

【0062】燃料噴射系の異常が発生していない場合には、CPU60は処理S103において、バッテリー電圧VBが10Vよりも高いか否かを判断する。バッテリー電圧VBが10V以下の場合、ステップモータ40の駆動電圧が不足して出力が低下する。こうした場合、吸気絞り弁4を駆動する際の駆動トルクが不足することで、ステップモータ40の脱調が発生し易い状態となる。したがってここで、同バッテリー電圧VBが10V以下（NO）であると判断される場合、CPU60は処理S104において、目標ステップe1strgを”+9”ステップとした後、本ルーチンの処理を一時終了する。なお、この値”+9”ステップとは、後述する確認処理が実行される範囲外にあって、且つ吸気絞り弁4を全開位置近傍に位置させることのできるステップモータ40のステップ数である。またこのとき、正常な状態が持続されている限り、前記全開スイッチ39がオンとなることもない。このように、バッテリー電圧VBが10V以下となる場合には目標ステップe1strgを上記値に固定することで、吸気絞り弁4を全開位置近傍に位置させるとともに、ステップモータ40をそれ以上駆動することを禁止するようにしている。

【0063】なお、先述したように、ディーゼル機関1はその機構上、必要量の吸入空気が確保されていれば、それ以上に吸入空気量を増量したとしても、運転を支障なく続けることができる。したがって、バッテリー電圧VBの低下時には、吸気絞り弁4を全開位置近傍に退避させて、十分な吸入空気量を確保できる目標ステップe1strgを設定することで、ディーゼル機関1は支障なくその運転が持続されるようになる。

【0064】一方、先の処理S103において、バッテリー電圧VBが10Vよりも大きいと判定された場合、CPU60は処理S105において、機関回転数NEと燃料噴射量指令値Qfincとの対応のもとに、図12に例示する2次元マップに基づき目標ステップe1strgを算出する。また、ここで算出される目標ステップe1strgは、ディーゼル機関1の運転条件に応じた適切な吸入空気量が確保されるように、圧力センサ6によって検出される大気圧、水温センサ77によって検出される冷却水温度、大気温センサ78によって検出される

大気温度等に応じてその値が補正される。

【0065】こうして目標ステップe1strgを設定した後、CPU60は処理S106の処理として、目標ステップe1strgが前記”+9”ステップ未満であるか否かを判定する。この処理S106において、目標ステップe1strgが前記”+9”ステップ以上であると判定された場合、CPU60は処理S107において確認処理完了フラグexchkendをオフとした後、本ルーチンの処理を一時終了する。

【0066】なお、本実施の形態では、目標ステップe1strgが前記”+9”ステップ未満となった場合、吸気絞り弁4を全開とする全開指令が出されたものとしている。そして、全開指令が出される度に、ステップモータ40のステップ数から把握される制御上の吸気絞り弁4の開度と実際の開度とが合致していることを確認する確認処理を実行している。前記確認処理完了フラグexchkendは、後述する確認処理要求フラグexg1chkと共に確認処理の実行判定に用いられる。なお、この確認処理完了フラグexchkendは、確認処理が完了したときにオンとされ、目標ステップe1strgが”+9”ステップ以上となったときにオフとされる。

【0067】さて、先の処理S106において、目標ステップe1strgが前記”+9”ステップ未満であると判定された場合には、CPU60は処理S108において、確認処理完了フラグexchkendがオンであるか否かを判定する。この確認処理完了フラグexchkendがオンの場合も、目標ステップe1strgを”+9”ステップとする。こうして、今回の全開指令出力時に既に確認処理が完了している場合には、同全開指令が解除されるまで目標ステップe1strgを”+9”ステップに保持するようにしている。この”+9”ステップというステップ数が吸気絞り弁4の全開位置近傍で且つ確認処理が実行されない開度位置に相当することは上述の通りである。

【0068】一方、確認処理完了フラグexchkendがオフの場合、CPU60は処理S110において、目標ステップe1strgを”-2”ステップとし、更に確認処理要求フラグexg1chkをオンとして、本ルーチンの処理を一時終了する。ここで、この目標ステップe1strgの-2という値は、全開スイッチ39のオン・オフ状態の確認時に、吸気絞り弁4の開度を該スイッチ39がオフからオンに切り替わる開度位置よりも更に開弁側の開度位置とすることで、確実に該スイッチ39をオンに切り替わり、ディーゼル機関1の振動等によって発生する全開スイッチ39のチャタリングに起因する誤判定が生じないよう設定されたステップ位置である。

【0069】次に、ステップモータ40の現在のステップe1sactから把握される制御上の吸気絞り弁4の

開度と、全開スイッチ 39 のオン・オフ切り替えによって把握される実際の吸気絞り弁 4 の開度との対応を確認する確認処理ルーチンの処理について、図 13 に示す同ルーチンのフローチャートに基づき説明する。

【0070】なお、本ルーチンの処理は、ステップモータ 40 が励磁切り替え状態となる毎の割り込み処理として起動される。なお、励磁切り替え状態となる周期は、ステップモータ 40 の駆動状態やディーゼル機関 1 の運転状態等に基づき CPU 60 によって算出される。また、この励磁切り替え状態となる周期が変更されることで、吸気絞り弁 4 の開閉速度が調整される。

【0071】さて、本ルーチンの処理に移行すると、まず処理 S200 において CPU 60 は、確認要求フラグ `exgchk` がオンで、なおかつ現在のステップ `elsact` が “+7” ステップ未満であるか否かを確認する。なお、この確認要求フラグ `exgchk` がオンとなっている場合、ステップモータ 40 に対する目標ステップ `elstrg` が “-2” に設定されていることは上述の通りである。この処理 S200 において、両方の条件がともに満たされている場合、CPU 60 は処理 S201 に移行する。この処理 S201 において、CPU 60 は、現在のステップ `elsact` が “+6” ステップであるか否か、すなわち現在の吸気絞り弁 4 の開度位置が全開位置よりも 6 ステップ分閉弁側の開度位置にあるか否かを判定する。

【0072】この処理 S201 の判定条件を満たした場合、CPU 60 の処理は処理 S202 に移行する。この処理 S202 において、CPU 60 は全開スイッチ 39 のオン・オフ状態を確認する。このとき、全開スイッチ 39 がオフであれば CPU 60 の処理は、一旦、先述したステップモータ 40 の駆動制御ルーチンに移行する。なお、ここでの全開スイッチ 39 の確認時に CPU 60 は、先述した励磁相の変更周期を遅くしている。こうして励磁相の変更周期を遅くすることで、ステップモータ 40 のダンピングが収束するまで時間を確保して、確実にスイッチ状態の確認を行うことができるようにしている。

【0073】正常な動作が行われていれば、このときの吸気絞り弁 4 は、全開位置よりステップモータ 40 の 6 ステップ分に相当する分だけ閉弁側に位置していて、同全開スイッチ 39 はオフとなっているはずである。そして逆に、上記処理 S202 において全開スイッチ 39 がオンとなっていれば、ステップモータ 40 のステップ位置と吸気絞り弁 4 の開度位置との対応関係が一致していないことになる。この場合、何らかの異常が発生しているとして、CPU 60 は処理 S203 の処理に移行し、異常時処理を実行する。

【0074】この異常時処理として、CPU 60 は、先述した初期化処理を再び実行し、基準ステップ位置の設定をやり直す。もし、上記異常の原因がステップモータ

40 の脱調が原因であれば、この基準ステップ位置の再設定によって、ステップモータ 40 のステップ位置と吸気絞り弁 4 の開度位置との対応関係を再び一致させることが可能であり、同吸気絞り弁 4 の開度制御を再び実行できるようになる。この設定処理が正常に行われない場合、全開スイッチ 39 の故障やステップモータ 40 及び吸気絞り弁 4 の固着等、吸気絞り弁 4 の制御系に容易には復旧不能な異常が発生したものと判断される。この場合、CPU 60 は、ステップモータ 40 の励磁相を現在の状態に保持することで吸気絞り弁 4 を現在の開度位置に固定し、以後同弁 4 の開度制御を停止し、更に EGR 制御も停止する。また、燃料噴射量を制限する等の処置を施し、ディーゼル機関 1 の運転を維持できるようにする。

【0075】また、本実施の形態では、たとえ上記の異常時処理によって吸気絞り弁 4 の開度制御が復旧可能となっても、ディーゼル機関 1 の今回の始動以後、所定の回数以上、異常判定がなされた場合には、同様に制御系に異常が発生したものと判断し、吸気絞り弁 4 の開度制御の停止等の処置を施している。

【0076】一方、前記処理 S201 の判定条件を満たさない場合、すなわち現在のステップ `elsact` が “+5” ステップ以下である場合、CPU 60 は処理 S204 に移行する。この処理 S204 において CPU 60 は、現在のステップ `elsact` が目標ステップ `elstrg` に一致する “-2” ステップであるか否かを判定する。ここで、現在のステップ `elsact` が “-2” ステップに達していなければ、一旦、先述したステップモータ 40 の駆動制御ルーチンに移行する。一方、現在のステップ `elsact` が “-2” ステップに達していれば、CPU 60 は処理 S205 において、全開スイッチ 39 のオン・オフ状態を確認する。このとき正常な動作が行われていれば、吸気絞り弁 4 は全開位置よりも更に開弁側に位置していて、全開スイッチ 39 はオンとなっているはずである。したがって、この処理 S205 において全開スイッチ 39 がオフとなっている場合には、CPU 60 は先述した処理 S203 に移行し、先ほどと同様の異常時処理を実行する。

【0077】また、処理 S205 において全開スイッチ 39 がオンとなっていれば、ステップモータ 40 のステップ位置と吸気絞り弁 4 の開度位置との対応関係が正常であることを確認することができる。このとき、CPU 60 は処理 S206 に移行し、前記確認完了フラグ `exchkend` をオン、確認要求フラグ `exgchk` をオフとした後、ステップモータ 40 の駆動制御ルーチンに移行する。先述したように、確認完了フラグ `exchkend` は、全開指令が出されていない場合にオフとされ、確認処理が完了したときにオンとなる。このように確認完了フラグ `exchkend` を設定することで、全開指令が出される毎に 1 度だけしか確認処理が行われな

いようにしている。

【0078】また一方、前記処理S200において、確認要求フラグexg l c h kがオフ、あるいは現在のステップe l s a c tが”+7”ステップ以上である場合、CPU60は、処理S207に移行する。この処理S207において、CPU60は、現在のステップe l s a c tが”+7”ステップ以上であるか否かを判断する。そして、同現在のステップe l s a c tが”+7”ステップ未満であるとき、すなわち既に確認要求フラグexg l c h kがオフとなっている場合には、そのままステップモータ40の駆動制御ルーチンに移行し、確認要求フラグexg l c h kが”+7”ステップ以上であれば、処理S208にて全開スイッチ39のオン・オフ状態を確認する。このときもCPU60は、励磁相の変更周期を遅くして、確認精度を高めている。正常な動作が行われているならば、このときの吸気絞り弁4は全開スイッチ39の切り替え位置より閉弁側に位置している、全開スイッチ39はオフとなっているはずである。したがって、上記処理S208において全開スイッチ39がオンとなっていれば、何らかの異常が発生していると考えられる。この場合、CPU60は処理S203に移行して先の異常時処理を実行する。他方、上記処理S208において、否定(NO)判断される場合、すなわち現在のステップe l s a c tが”+7”ステップ以上であって且つ、全開スイッチ39がオフである旨判断される場合には、正常な状態が維持されているとして一旦、先述したステップモータ40の駆動制御ルーチンに移行する。

【0079】以上説明したように、本実施の形態によれば、以下に示すような効果を得ることができるようになる。

(1) バッテリ電圧が低下し、ステップモータ40に印加される電圧が不足した場合には、吸気絞り弁4の目標開度を保持してステップモータ40の駆動を禁止するようにしたことで、脱調の発生を大幅に抑制することができるようになる。

【0080】(2) また、そのときの吸気絞り弁4の目標開度をイグニションスイッチ21がオンであることを条件に全開付近とすることで、ディーゼル機関1に対して少なくとも必要とされる量以上の吸入空気を供給できる位置に同吸気絞り弁4を退避させることができ、ディーゼル機関1のその後の運転を支障なく行うことができるようになる。

【0081】(3) また、そのときの目標開度を確認処理が実行される開度範囲外とすることで、確認処理に際して誤判定を防止することができるようになる。また、確認処理にともなうステップモータ40の駆動も禁止できるため、同モータ40の脱調の発生も更に抑制することができるようになる。

【0082】(4) また、イグニションスイッチ21が

オフとされた場合や燃料噴射系等の異常が発生した場合には、吸気絞り弁4の目標開度を全閉位置に対応する値として、同吸気絞り弁4を全閉位置に退避させる処理を優先させることで、吸入空気を遮断してディーゼル機関1を速やかに停止できるようになる。

【0083】(5) 吸気絞り弁4の退避位置での停止に際しては、ステップモータ40の励磁状態を保持するようにして、吸気脈動やディーゼル機関1の振動による吸気絞り弁4の振れの発生を回避することができる。ひいては、不要な振れによる吸気絞り弁4や全開スイッチ39の信頼性の低下を回避することができるようになる。

【0084】なお、本発明の実施の形態は、以下のように変更してもよい。

・イグニションスイッチ21がオフとされた場合や燃料噴射系等の異常が発生した場合に吸気絞り弁4を退避させる開度位置は全閉位置に限らず、その近傍であってもよい。

【0085】・全開スイッチ39は、上記実施の形態のように駆動機構5のギアボックス28の内部に設けられるものに限らず、吸気絞り弁4が設けられたスロットルボディ25内部に設けられて吸気絞り弁4の開度位置を直接確認するタイプのもの、あるいはスロットルボディ25の外部に設けられて弁軸26の回転角度に基づきその開度位置を確認するタイプのもの等であってもよい。また、吸気絞り弁4の開度位置を確認してその旨、指示できる装置であれば、必ずしもスイッチである必要もない。

【0086】・上記の確認処理を実行しない制御構造としてもよい。

・本実施の形態において、吸気絞り弁4の目標開度を保持する際の目安とするバッテリー電圧VBの値(=10V)等は任意であり、ステップモータ40の駆動電圧が不足して出力が低下する境界条件として、これらの値を設定すればよい。

【0087】・上記実施の形態では、ディーゼル機関の吸気絞り弁について説明したが、ステップモータに供給される駆動電力が不足した場合に、同ステップモータの駆動目標値を保持して制御弁を所定開度に退避するようにする制御は、他のステップモータによって駆動される制御弁、例えばEGR弁やガソリン機関のスロットル弁等にも適用することができる。

【0088】

【発明の効果】請求項1に記載の方法及び請求項6に記載の構成によれば、駆動電圧低下時にステップモータの駆動を制限し、最終的にはその駆動を禁止することで、同モータの脱調等の発生を好適に抑制することができるようになる。

【0089】更に、請求項2に記載の方法及び請求項7に記載の構成によれば、ステップモータの駆動電圧低下時にステップモータの開度目標値を退避位置相当値とし

て、ステップモータの駆動量をできる限り削減することで、同モータの脱調等の発生を好適に抑制することができるようになる。

【0090】更に、請求項3に記載の方法及び請求項8に記載の構成によれば、ステップモータの駆動電圧が低下した時に、吸気絞り弁を全開位置若しくはその近傍に退避させることで、ディーゼル機関の燃焼室には必要量以上の吸入空気量を確保し続けることができるようになり、ディーゼル機関の運転を好適に維持することができるようになる。

【0091】更に、請求項4に記載の方法及び請求項9に記載の構成によれば、ディーゼル機関の燃料噴射系等のシステム異常が発生したとき、またはイグニッションスイッチがオフの場合には、吸気絞り弁を全開位置あるいはその近傍に退避させることで、ディーゼル機関の燃焼室に供給される吸入空気を遮断あるいは大幅に削減して、当該機関を速やかに停止させることができるようになる。

【0092】更に、請求項5に記載の方法及び請求項10に記載の構成によれば、ステップモータの駆動電圧低下時あるいは当該機関のシステム異常時には確認処理が実行されないようにすることで、確認処理にともなうステップモータの駆動を禁止して同モータの脱調等の発生を抑制するとともに、確認時の誤判定を防止することができるようになる。

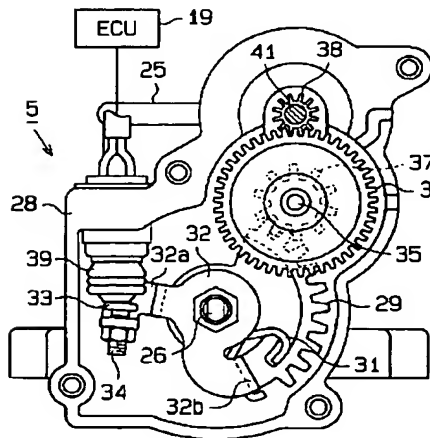
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる吸気絞り弁の制御装置が設けられたディーゼル機関の構成を示す略図。

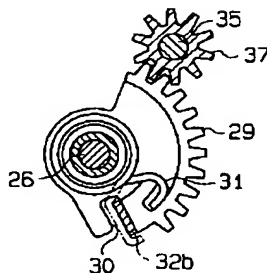
【図2】吸気絞り弁及びその駆動機構の側部断面構造を示す断面図。

【図3】吸気絞り弁の駆動機構の正面構造を示す正面図。

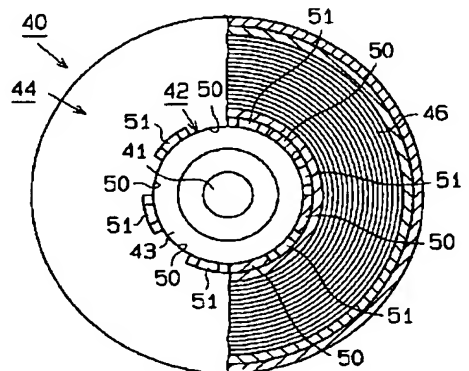
【図3】



【図4】



【図6】



【図4】同吸気絞り弁の駆動機構の部分断面図。

【図5】ディーゼル機関の電氣的構成を示すブロック図。

【図6】ステップモータの平面断面構造を示す断面図。

【図7】同ステップモータの側部断面構造を示す断面図。

【図8】同ステップモータの概略構成を示す略図。

【図9】同ステップモータの電気回路構成及び駆動態様を示す略図。

10 【図10】ステップモータの各コイルの通電態様を示す図。

【図11】目標開度算出ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図12】ディーゼル機関の燃料噴射量及び機関回転数とステップモータの目標ステップとの関係を示すグラフ。

【図13】ステップモータの駆動制御ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

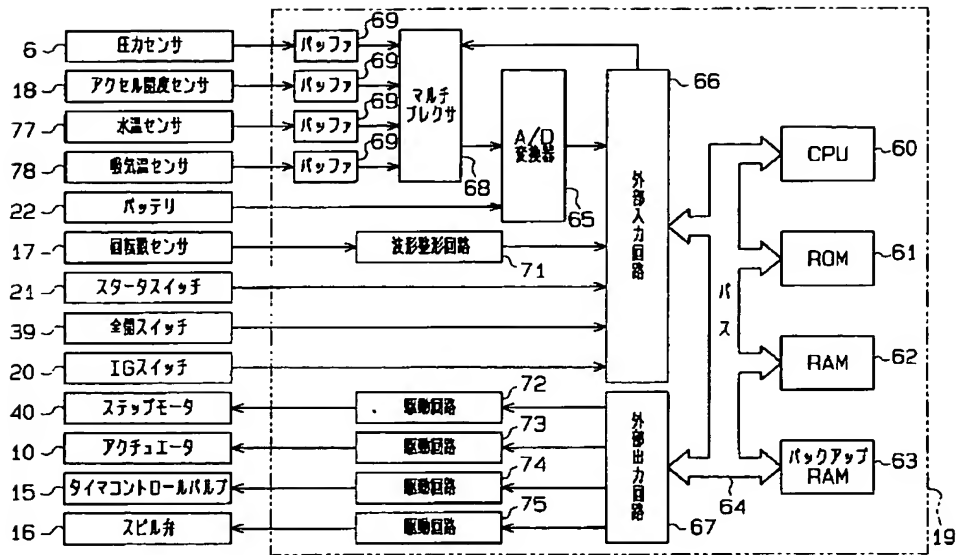
1…ディーゼル機関、2…吸気通路、4…吸気絞り弁、5…吸気絞り弁駆動機構、6…吸気圧センサ、7…排気通路、8…EGR通路、9…EGR制御弁、19…電子制御装置（ECU）、20…IGスイッチ、21…スタータスイッチ、22…バッテリー、26…弁軸、29…被動ギア、32…レバー、33…押圧部、35…支軸、36…第1中間ギア、37…第2中間ギア、38…駆動ギア、39…全開スイッチ、40…ステップモータ、41…出力軸、42…回転子、43…永久磁石、44…A相固定子カップ、45…B相固定子カップ、46…Ap相コイル、47…An相コイル、48…Bp相コイル、49…Bn相コイル、60…CPU、72…駆動回路。

1-ディーゼル機関
2-吸気通路
4-吸気絞り弁
19-電子制御装置
20-イグニッションスイッチ
22-電圧計
39-全開スイッチ
40-ステップモータ

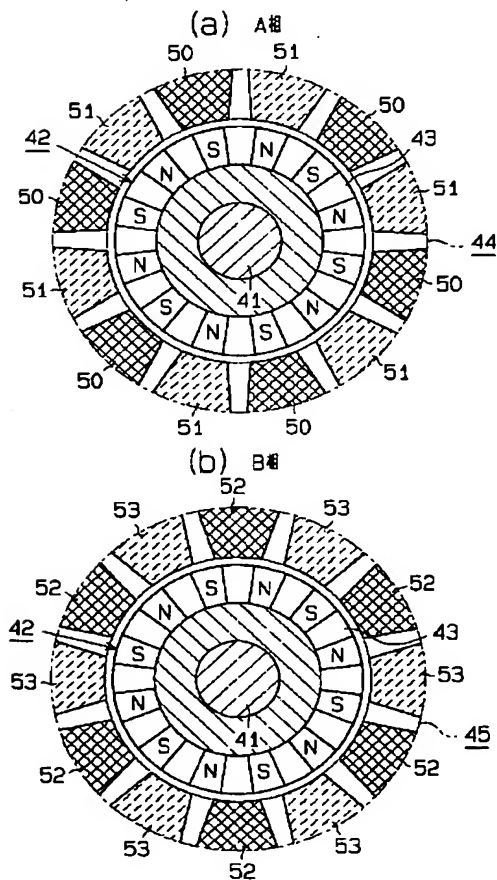
A detailed cross-sectional diagram of an engine assembly. The main body consists of a cylinder block (2) and a cylinder head (25). Inside the cylinder is a piston (4) connected to a crankshaft (26). The crankshaft is supported by bearings (27) within the crankcase (28). Various sensors and actuators are shown, including a throttle valve actuator (35), a camshaft position sensor (36), a crankshaft position sensor (37), and a pressure sensor (38). An ECU (Engine Control Unit) (19) is shown connected to the sensors via a signal line (40). Other components include a timing belt (31), a timing cover (29), and a water pump (32).

	励磁相モード、励磁相対応ステップ elstep の下位3ビット							
	0	<u>1</u>	2	<u>3</u>	4	<u>5</u>	6	<u>7</u>
Ap相コイル	on	on	off	off	off	off	off	on
Bp相コイル	off	on	on	on	off	off	off	off
An相コイル	off	off	off	on	on	on	off	off
Bn相コイル	off	off	off	off	off	on	on	on

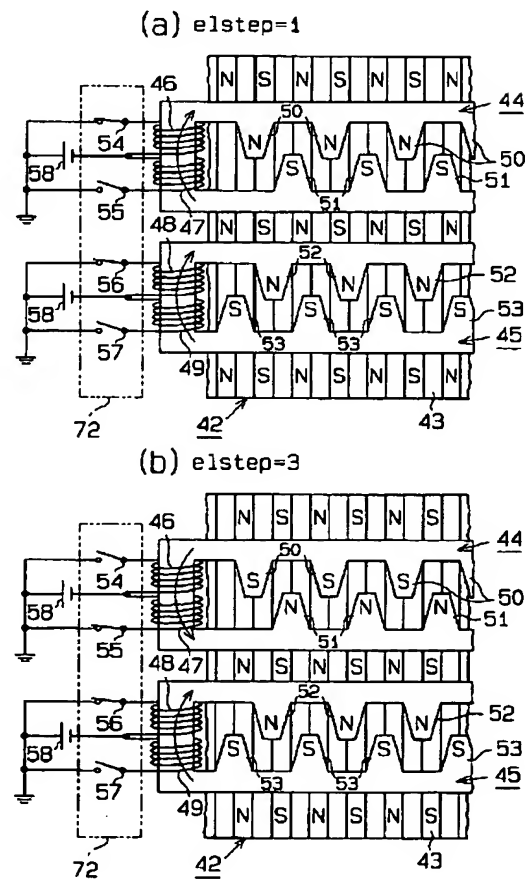
【図5】



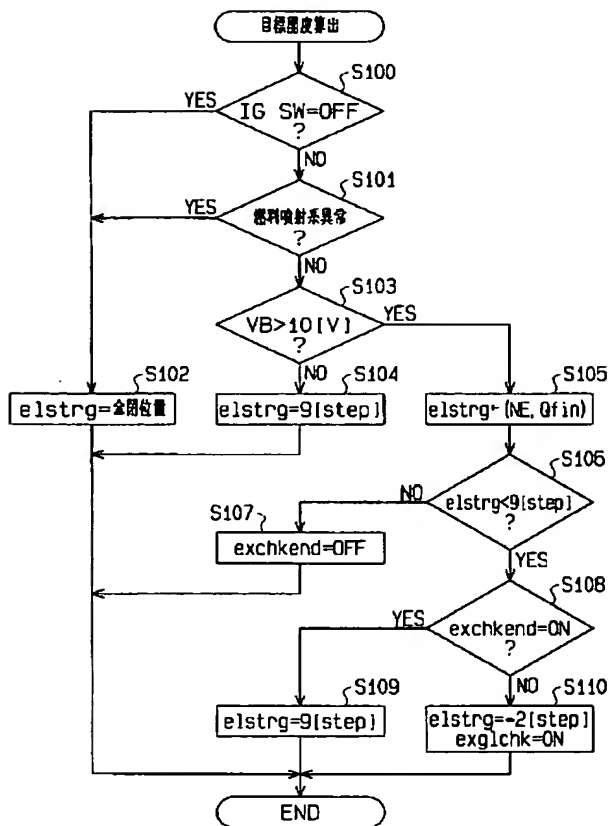
【図8】



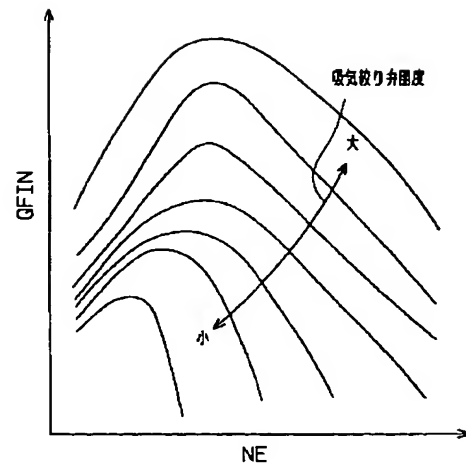
【図9】



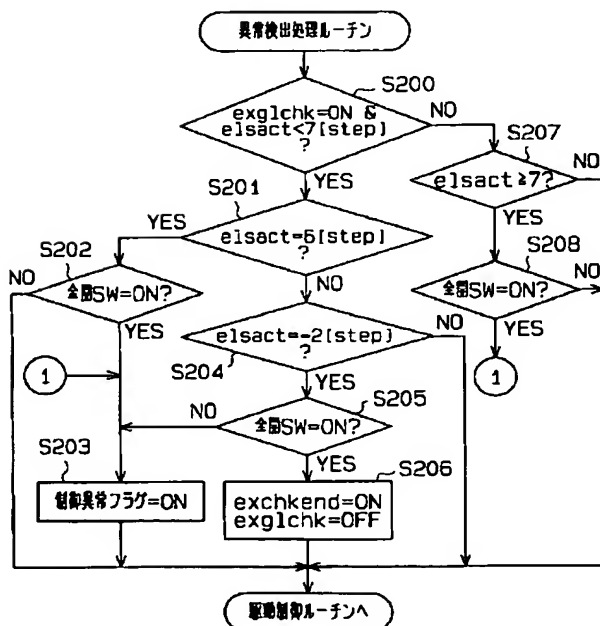
【図11】



【図12】



【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 7 月 14 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 弁に駆動連結されたステップモータの所定のステップ位置を基準としたステップ数制御に基づき前記弁を開閉せしめるステップモータ式弁装置の制御方法であって、

前記ステップモータの駆動電圧を監視して、該駆動電圧が所定電圧以下となるときの前記弁の開度目標値を固定値とすることを特徴とするステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 2】 前記弁はディーゼル機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁であり、前記ステップモータの駆動電圧が所定電圧以下となることに基づき固定値とする同吸気絞り弁の開度目標値は機関状態に応じた退避位置相当値である請求項 1 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 3】 前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とする請求項 2 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 4】 前記ステップ数制御に基づく前記吸気絞り弁の開閉に際し、前記ステップモータの所定のステップ位置と前記吸気絞り弁の開度との関係を同吸気絞り弁の全開位置にて確認処理するものであって、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置近傍で且つ該確認処理が実行されない位置相当値とする請求項 3 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 5】 当該機関のシステム異常またはイグニッションスイッチがオフの場合、前記ステップモータの駆動電圧の如何に拘わらず、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とする請求項 3 または 4 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法。

【請求項 6】 弁装置に駆動連結されたステップモータの所定のステップ位置を基準としたステップ数制御に基づき前記弁を開閉せしめるステップモータ式弁装置の制御装置であって、

前記ステップモータの駆動電圧を監視する監視手段と、この監視する駆動電圧が所定電圧以下となるときの前記弁の開度目標値を固定値に設定する開度目標設定手段と、を備えることを特徴とするステップモータ式弁装置の制御装置。

【請求項 7】 前記弁はディーゼル機関の吸気通路に設けられた吸気絞り弁であり、

前記開度目標設定手段は、前記固定に設定する同吸気絞り弁の開度目標値を機関状態に応じた退避位置相当値とする請求項 6 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置。

【請求項 8】 前記開度目標値設定手段は、前記機関運転状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とするものである請求項 7 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置において、

前記ステップ数制御に基づく前記吸気絞り弁の開閉に際し、前記ステップモータの所定のステップ位置と前記吸気絞り弁の開度との関係を同吸気絞り弁の全開位置にて確認処理する手段を更に備え、

前記開度目標値設定手段は、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置近傍で且つ前記確認処理が実行されない位置相当値とすることを特徴とするステップモータ式弁装置の制御装置。

【請求項 10】 前記開度目標値設定手段は、当該機関のシステム異常またはイグニッションスイッチがオフの場合、前記ステップモータの駆動電圧の如何に拘わらず、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とするものである請求項 8 または 9 に記載のステップモータ式弁装置の制御装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載のステップモータ式弁装置の制御方法において、前記ステップ数制御に基づく前記吸気絞り弁の開閉に際し、前記ステップモータの所定のステップ位置と前記吸気絞り弁の開度との関係を同吸気絞り弁の全開位置にて確認処理するものであって、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置近傍で且つ該確認処理が実行されない位置相当値とすることをその要旨とする。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 3

または4に記載のステップモータ式弁装置の制御方法において、当該機関のシステム異常またはイグニッションスイッチがオフの場合、前記ステップモータの駆動電圧の如何に拘わらず、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とすることをその要旨とする。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】また、請求項9に記載の発明は、請求項8に記載のステップモータ式弁装置の制御装置において、前記ステップ数制御に基づく前記吸気絞り弁の開閉に際し、前記ステップモータの所定のステップ位置と前記吸気絞り弁の開度との関係と同吸気絞り弁の全開位置にて確認処理する手段を更に備え、前記開度目標値設定手段は、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置近傍で且つ前記確認処理が実行されない位置相当値とすることをその要旨とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】また、請求項10に記載の発明は、請求項8または9に記載のステップモータ式弁装置の制御装置において、前記開度目標値設定手段は、当該機関のシステム異常またはイグニッションスイッチがオフの場合、前記ステップモータの駆動電圧の如何に拘わらず、前記機関状態に応じた退避位置相当値とする吸気絞り弁の開度目標値を同吸気絞り弁の全開位置若しくはその近傍とするものであることをその要旨とする。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】更に、請求項4に記載の方法及び請求項9に記載の構成によれば、ステップモータの駆動電圧低下時あるいは当該機関のシステム異常時には確認処理が実行されないようにすることで、確認処理にともなうステップモータの駆動を禁止して同モータの脱調等の発生を

抑制するとともに、確認時の誤判定を防止することができるようになる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】更に、請求項5に記載の方法及び請求項10に記載の構成によれば、ディーゼル機関の燃料噴射系等のシステム異常が発生したとき、またはイグニッションスイッチがオフのときには、ステップモータの駆動電圧に拘わらず、吸気絞り弁の開度目標値を全開位置あるいはその近傍に設定することで、ディーゼル機関の燃焼室に供給される吸入空気を遮断あるいは大幅に削減することができるようになる。すなわち、当該機関を速やかに停止させながら、ステップモータの脱調等の発生を抑制することができるようになる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0091

【補正方法】変更

【補正内容】

【0091】更に、請求項4に記載の方法及び請求項9に記載の構成によれば、ステップモータの駆動電圧低下時あるいは当該機関のシステム異常時には確認処理が実行されないようにすることで、確認処理にともなうステップモータの駆動を禁止して同モータの脱調等の発生を抑制するとともに、確認時の誤判定を防止することができるようになる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0092

【補正方法】変更

【補正内容】

【0092】更に、請求項5に記載の方法及び請求項10に記載の構成によれば、ディーゼル機関の燃料噴射系等のシステム異常が発生したとき、またはイグニッションスイッチがオフの場合には、前記ステップモータの駆動電圧の如何に拘わらず、吸気絞り弁を全開位置あるいはその近傍に退避させることで、ディーゼル機関の燃焼室に供給される吸入空気を遮断あるいは大幅に削減して、当該機関を速やかに停止させることができるようになる。